

绝密★启用前

## 2017 年普通高等学校招生全国统一考试

## 理科综合物理

## 注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。

2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑，如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其它答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。。

3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14. 将质量为 1.00 kg 的模型火箭点火升空，50 g 燃烧的燃气以大小为 600 m/s 的速度从火箭喷口在很短时间内喷出。在燃气喷出后的瞬间，火箭的动量大小为（喷出过程中重力和空气阻力可忽略）

A. 30 kg·m/s

B.  $5.7 \times 10^2$  kg·m/sC.  $6.0 \times 10^2$  kg·m/sD.  $6.3 \times 10^2$  kg·m/s**【答案】A****【解析】**

试题分析：设火箭的质量（不含燃气）为  $m_1$ ，燃气的质量为  $m_2$ ，根据动量守恒， $m_1v_1 = m_2v_2$ ，解得火箭的动量为： $p = m_1v_1 = m_2v_2 = 30$  kg·m/s，所以 A 正确，BCD 错误。

考点：动量、动量守恒

15. 发球机从同一高度向正前方依次水平射出两个速度不同的乒乓球（忽略空气的影响）。速度较大的球越过球网，速度较小的球没有越过球网；其原因是

A. 速度较小的球下降相同距离所用的时间较多

B. 速度较小的球在下降相同距离时在竖直方向上的速度较大

C. 速度较大的球通过同一水平距离所用的时间较少

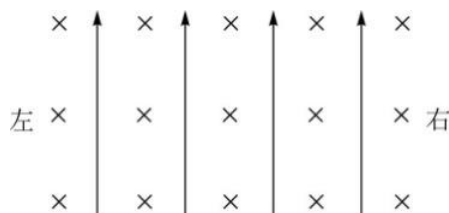
D. 速度较大的球在相同时间间隔内下降的距离较大

**【答案】C****【解析】**

试题分析：由题意知，速度大的球先过球网，即同样的时间速度大的球水平位移大，或者同样的水平距离速度大的球用时少，故 C 正确，ABD 错误。

考点：平抛运动

16. 如图，空间某区域存在匀强电场和匀强磁场，电场方向竖直向上（与纸面平行），磁场方向垂直于纸面向里，三个带正电的微粒  $a$ 、 $b$ 、 $c$  电荷量相等，质量分别为  $m_a$ 、 $m_b$ 、 $m_c$ 。已知在该区域内， $a$  在纸面内做匀速圆周运动， $b$  在纸面内向右做匀速直线运动， $c$  在纸面内向左做匀速直线运动。下列选项正确的是



- A.  $m_a > m_b > m_c$
- B.  $m_b > m_a > m_c$
- C.  $m_c > m_a > m_b$
- D.  $m_c > m_b > m_a$

【答案】B

【解析】

试题分析：由题意知， $m_a g = qE$ ， $m_b g = qE + Bqv$ ， $m_c g + Bqv = qE$ ，所以  $m_b > m_a > m_c$ ，故 B 正确，ACD 错误。

考点：带电粒子在复合场中的运动

17. 大科学工程“人造太阳”主要是将氘核聚变反应释放的能量用来发电。氘核聚变反应方程是

${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 。已知  ${}^2_1\text{H}$  的质量为 2.013 6 u， ${}^3_2\text{He}$  的质量为 3.015 0 u， ${}^1_0\text{n}$  的质量为 1.008 7 u，1 u=931 MeV/c<sup>2</sup>。氘核聚变反应中释放的核能约为

- A. 3.7 MeV
- B. 3.3 MeV
- C. 2.7 MeV
- D. 0.93 MeV

【答案】B

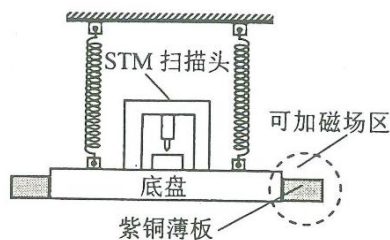
【解析】

试题分析：根据质能方程，释放的核能  $\Delta E = \Delta mc^2$ ， $\Delta m = 2m_{\text{H}} - m_{\text{He}} - m_{\text{n}} = 0.003 5\text{u}$ ，则

$\Delta E = 0.003 5\text{u} \times 931\text{MeV}/c^2 \times c^2 = 3.258 5\text{MeV} \approx 3.3\text{MeV}$ ，故 B 正确，ACD 错误。

考点：质能方程

18. 扫描隧道显微镜（STM）可用来探测样品表面原子尺度上的形貌。为了有效隔离外界振动对 STM 的扰动，在圆底盘周边沿其径向对称地安装若干对紫铜薄板，并施加磁场来快速衰减其微小振动，如图所示。无扰动时，按下列四种方案对紫铜薄板施加恒磁场；出现扰动后，对于紫铜薄板上下及左右振动的衰减最有效的方案是



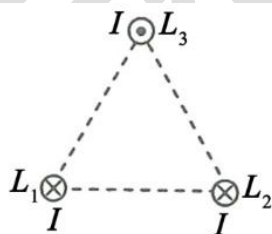
【答案】A

【解析】

试题分析：感应电流产生的条件是闭合回路中的磁通量发生变化。在 A 图中系统振动时在磁场中的部分有时多有时少，磁通量发生变化，产生感应电流，受到安培力，阻碍系统的振动，故 A 正确；而 BCD 三个图均无此现象，故错误。

考点：感应电流产生的条件

19. 如图，三根相互平行的固定长直导线  $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$  两两等距，均通有电流  $I$ ， $L_1$  中电流方向与  $L_2$  中的相同，与  $L_3$  中的相反，下列说法正确的是

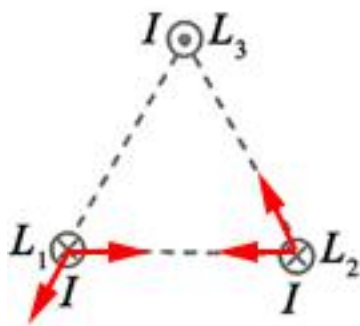


- A.  $L_1$  所受磁场作用力的方向与  $L_2$ 、 $L_3$  所在平面垂直
- B.  $L_3$  所受磁场作用力的方向与  $L_1$ 、 $L_2$  所在平面垂直
- C.  $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$  单位长度所受的磁场作用力大小之比为  $1:1:\sqrt{3}$
- D.  $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$  单位长度所受的磁场作用力大小之比为  $\sqrt{3}:\sqrt{3}:1$

【答案】BC

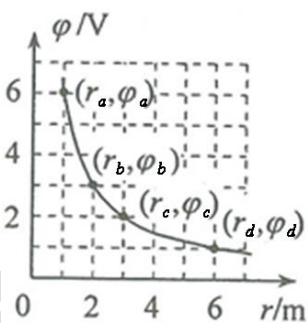
【解析】

试题分析：同向电流相互吸引，反向电流相互排斥。对  $L_1$  受力分析，如图所示，可知  $L_1$  所受磁场力的方向与  $L_2$ 、 $L_3$  所在的平面平行，故 A 错误；对  $L_3$  受力分析，如图所示，可知  $L_3$  所受磁场力的方向与  $L_1$ 、 $L_2$  所在的平面垂直，故 B 正确；设三根导线两两之间的相互作用力为  $F$ ，则  $L_1$ 、 $L_2$  受到的磁场力的合力等于  $F$ ， $L_3$  受的磁场力的合力为  $\sqrt{3}F$ ，即  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  单位长度受到的磁场力之比为  $1:1:\sqrt{3}$ ，故 C 正确，D 错误。



考点：电流磁效应、安培力、安培定则

20. 在一静止点电荷的电场中，任一点的电势  $\varphi$  与该点到点电荷的距离  $r$  的关系如图所示。电场中四个点  $a$ 、 $b$ 、 $c$  和  $d$  的电场强度大小分别  $E_a$ 、 $E_b$ 、 $E_c$  和  $E_d$ 。点  $a$  到点电荷的距离  $r_a$  与点  $a$  的电势  $\varphi_a$  已在图中用坐标  $(r_a, \varphi_a)$  标出，其余类推。现将一带正电的试探电荷由  $a$  点依次经  $b$ 、 $c$  点移动到  $d$  点，在相邻两点间移动的过程中，电场力所做的功分别为  $W_{ab}$ 、 $W_{bc}$  和  $W_{cd}$ 。下列选项正确的是



- A.  $E_a : E_b = 4 : 1$
- B.  $E_c : E_d = 2 : 1$
- C.  $W_{ab} : W_{bc} = 3 : 1$
- D.  $W_{bc} : W_{cd} = 1 : 3$

【答案】AC

【解析】

试题分析：由题图可知， $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 到点电荷的距离分别为 1m、2m、3m、6m，根据点电荷的场强公式

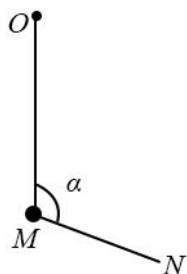
$E = k \frac{Q}{r^2}$  可知， $\frac{E_a}{E_b} = \frac{r_b^2}{r_a^2} = \frac{4}{1}$ ， $\frac{E_c}{E_d} = \frac{r_d^2}{r_c^2} = \frac{4}{1}$ ，故 A 正确，B 错误；电场力做功  $W = qU$ ， $a$  与  $b$ 、 $b$  与

$c$ 、 $c$  与  $d$  之间的电势差分别为 3 V、1 V、1 V，所以  $\frac{W_{ab}}{W_{bc}} = \frac{3}{1}$ ， $\frac{W_{bc}}{W_{cd}} = \frac{1}{1}$ ，故 C 正确，D 错误。

考点：电场强度、电势差、电场力做功

21. 如图，柔软轻绳  $ON$  的一端  $O$  固定，其中间某点  $M$  拴一重物，用手拉住绳的另一端  $N$ 。初始时， $OM$  竖直且  $MN$  被拉直， $OM$  与  $MN$  之间的夹角为  $\alpha$  ( $\alpha > \frac{\pi}{2}$ )。现将重物向右上方缓慢拉起，并保持夹角  $\alpha$  不变。在  $OM$  由竖

直被拉到水平的过程中

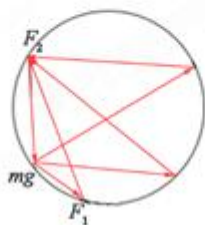


- A.  $MN$ 上的张力逐渐增大
- B.  $MN$ 上的张力先增大后减小
- C.  $OM$ 上的张力逐渐增大
- D.  $OM$ 上的张力先增大后减小

【答案】AD

【解析】

试题分析：以重物为研究对象，受重力  $mg$ ， $OM$ 绳上拉力  $F_2$ ， $MN$ 上拉力  $F_1$ ，由题意知，三个力合力始终为零，矢量三角形如图所示，在  $F_2$  转至水平的过程中， $MN$ 上的张力  $F_1$  逐渐增大， $OM$ 上的张力  $F_2$  先增大后减小，所以 AD 正确，BC 错误。



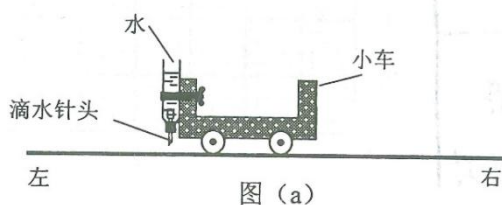
考点：共点力的平衡、动态平衡

三、非选择题：共 62 分。第 22~25 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~34 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题 (共 47 分)

22. (5 分)

某探究小组为了研究小车在桌面上的直线运动，用自制“滴水计时器”计量时间。实验前，将该计时器固定在小车旁，如图 (a) 所示。实验时，保持桌面水平，用手轻推一下小车。在小车运动过程中，滴水计时器等时间间隔地滴下小水滴，图 (b) 记录了桌面上连续的 6 个水滴的位置。(已知滴水计时器每 30 s 内共滴下 46 个小水滴)





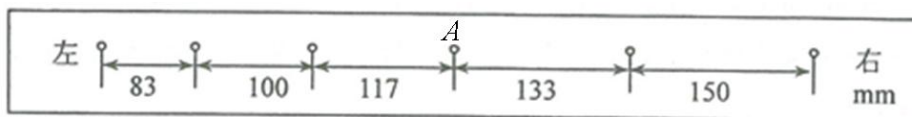


图 (b)

(1) 由图 (b) 可知, 小车在桌面上是\_\_\_\_\_ (填“从右向左”或“从左向右”) 运动的。

(2) 该小组同学根据图 (b) 的数据判断出小车做匀变速运动。小车运动到图 (b) 中 A 点位置时的速度大小为\_\_\_\_\_ m/s, 加速度大小为\_\_\_\_\_ m/s<sup>2</sup>。(结果均保留 2 位有效数字)

【答案】 (1) 从右向左 (2) 0.19 0.037

【解析】

试题分析: (1) 小车在阻力的作用下, 做减速运动, 由图 (b) 知, 从右向左相邻水滴间的距离逐渐减小, 所以小车在桌面上是从右向左运动; (2) 已知滴水计时器每 30 s 内共滴下 46 个小水滴, 所以相邻两水滴间的时间间隔为:  $\Delta t = \frac{30}{45} \text{ s} = \frac{2}{3} \text{ s}$ , 所以 A 点位置的速度为:  $v_A = \frac{0.117 + 0.133}{2\Delta t} \text{ m/s} = 0.19 \text{ m/s}$ , 根据逐差

法可求加速度:  $(x_4 + x_5) - (x_1 + x_2) = 6a(\Delta t)^2$ , 解得  $a = 0.037 \text{ m/s}^2$ 。

考点: 匀变速直线运动的研究

23. (10 分)

某同学研究小灯泡的伏安特性, 所使用的器材有: 小灯泡 L (额定电压 3.8 V, 额定电流 0.32 A); 电压表  $\text{V}$  (量程 3 V, 内阻 3 k $\Omega$ ); 电流表  $\text{A}$  (量程 0.5 A, 内阻 0.5  $\Omega$ ); 固定电阻  $R_0$  (阻值 1 000  $\Omega$ ); 滑动变阻器  $R$  (阻值 0~9.0  $\Omega$ ); 电源  $E$  (电动势 5 V, 内阻不计); 开关 S; 导线若干。

(1) 实验要求能够实现在 0~3.8 V 的范围内对小灯泡的电压进行测量, 画出实验电路原理图。

(2) 实验测得该小灯泡伏安特性曲线如图 (a) 所示。

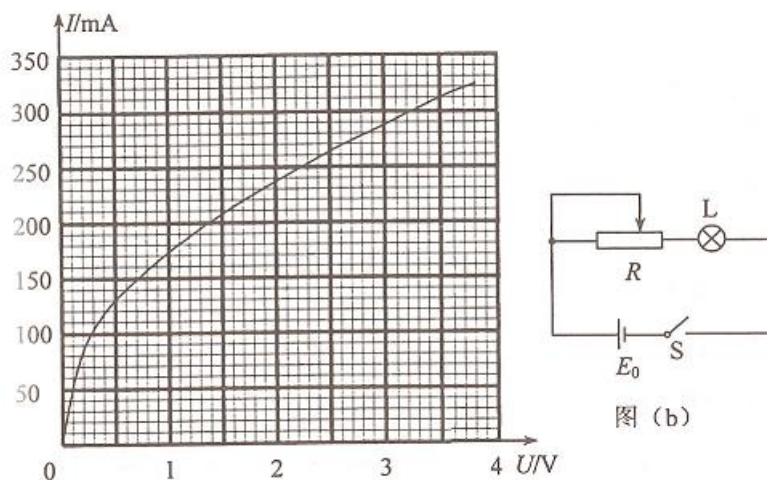


图 (a)

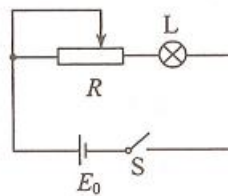


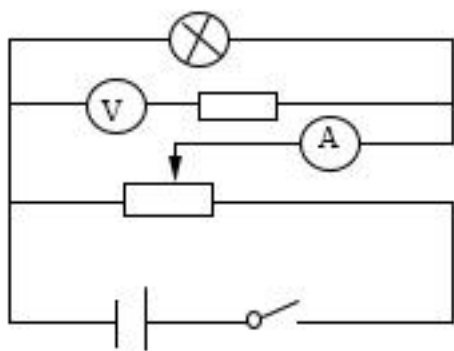
图 (b)

由实验曲线可知, 随着电流的增加小灯泡的电阻\_\_\_\_\_ (填“增大”“不变”或“减小”), 灯丝的电阻

率\_\_\_\_\_（填“增大”“不变”或“减小”）。

(3) 用另一电源  $E_0$  (电动势 4 V, 内阻 1.00  $\Omega$ ) 和题给器材连接成图 (b) 所示的电路, 调节滑动变阻器  $R$  的阻值, 可以改变小灯泡的实际功率。闭合开关 S, 在  $R$  的变化范围内, 小灯泡的最小功率为\_\_\_\_\_W, 最大功率为\_\_\_\_\_W。(结果均保留 2 位小数)

【答案】 (1)



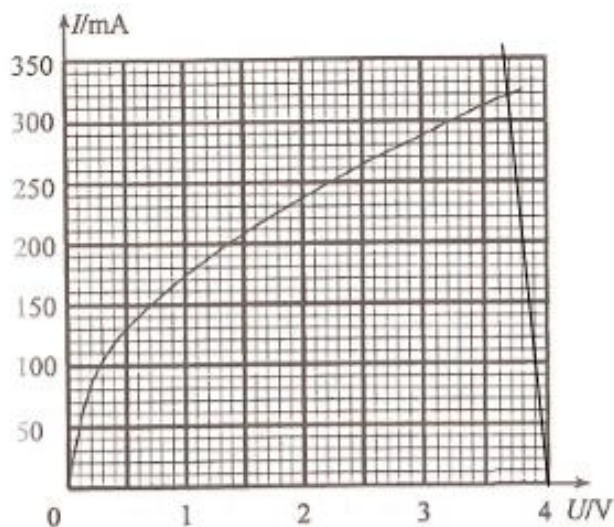
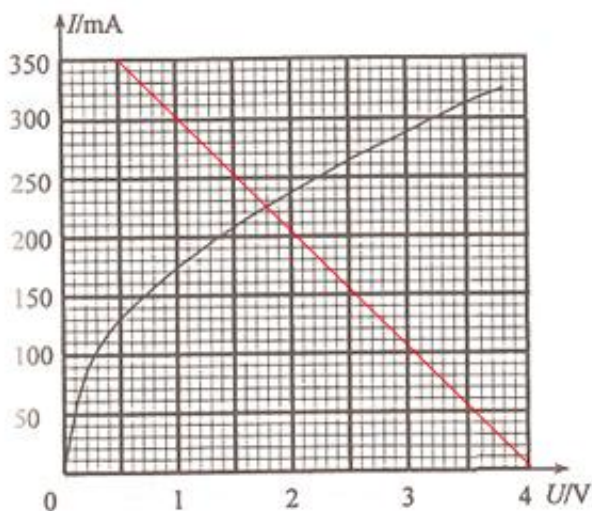
(2) 增大 增大 (3) 0.39 1.17

【解析】

试题分析: (1) 要求能够实现在 0~3.8 V 的范围内对小灯泡的电压进行测量, 故滑动变阻器用分压式接法, 小灯泡为小电阻, 电流表用外接法, 如答案图所示;

(2) 由  $I-U$  图象知, 切线的斜率在减小, 故灯泡的电阻随电流的增大而增大, 再由电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$  知, 电阻率增大;

(3) 当滑动变阻器的阻值为 9  $\Omega$  时, 电路电流最小, 灯泡实际功率最小, 此时  $E=U+I(r+R)$  得  $U=-10I+4$ , 在图中作出该直线如左图所示, 交点坐标约为  $U=1.75$  V,  $I=225$  mA,  $P_1=UI=0.39$  W; 整理得:  $I = -\frac{1}{R+r}U + \frac{E}{R+r}$ , 当直线的斜率最大时, 与灯泡的  $I-U$  曲线的交点坐标最大, 即灯泡消耗的功率最大。当滑动变阻器电阻值  $R=0$  时, 灯泡消耗的功率最大, 此时交点坐标为  $U=3.67$  V,  $I=0.32$  A, 如右图所示, 最大的功率为  $P_2=UI=1.17$  W。



考点：研究小灯泡的伏安特性曲线

24. (12分)

一质量为  $8.00 \times 10^4 \text{ kg}$  的太空飞船从其飞行轨道返回地面。飞船在离地面高度  $1.60 \times 10^5 \text{ m}$  处以  $7.50 \times 10^3 \text{ m/s}$  的速度进入大气层，逐渐减慢至速度为  $100 \text{ m/s}$  时下落到地面。取地面为重力势能零点，在飞船下落过程中，重力加速度可视为常量，大小取为  $9.8 \text{ m/s}^2$ 。（结果保留 2 位有效数字）

(1) 分别求出该飞船着地前瞬间的机械能和它进入大气层时的机械能；

(2) 求飞船从离地面高度  $600 \text{ m}$  处至着地前瞬间的过程中克服阻力所做的功，已知飞船在该处的速度大小是其进入大气层时速度大小的  $2.0\%$ 。

**【答案】** (1) (1)  $4.0 \times 10^8 \text{ J}$   $2.4 \times 10^{12} \text{ J}$  (2)  $9.7 \times 10^8 \text{ J}$

**【解析】**

试题分析：(1) 飞船着地前瞬间的机械能为

$$E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 + 0 \quad \text{①}$$

式中， $m$  和  $v_0$  分别是飞船的质量和着地前瞬间的速率。由①式和题给数据得

$$E_0 = 4.0 \times 10^8 \text{ J} \quad \text{②}$$

设地面附近的重力加速度大小为  $g$ ，飞船进入大气层时的机械能为

$$E_h = \frac{1}{2}mv_h^2 + mgh \quad \text{③}$$

式中， $v_h$  是飞船在高度  $1.6 \times 10^5 \text{ m}$  处的速度大小。由③式和题给数据得

$$E_h = 2.4 \times 10^{12} \text{ J} \quad \text{④}$$

(2) 飞船在高度  $h' = 600 \text{ m}$  处的机械能为

$$E_{h'} = \frac{1}{2}m\left(\frac{2.0}{100}v_0\right)^2 + mgh' \quad \text{⑤}$$

由功能原理得

$$W = E_{h'} - E_0 \quad \text{⑥}$$

式中， $W$  是飞船从高度  $600 \text{ m}$  处至着地瞬间的过程中克服阻力所做的功。由②⑤⑥式和题给数据得

$$W = 9.7 \times 10^8 \text{ J} \quad \text{⑦}$$

考点：机械能、动能定理

25. (20分)

真空中存在电场强度大小为  $E_1$  的匀强电场，一带电油滴在该电场中竖直向上做匀速直线运动，速度大小为  $v_0$ 。在油滴处于位置  $A$  时，将电场强度的大小突然增大到某值，但保持其方向不变。持续一段时间  $t_1$  后，又突然将电



场反向，但保持其大小不变；再持续同样一段时间后，油滴运动到  $B$  点。重力加速度大小为  $g$ 。

(1) 求油滴运动到  $B$  点时的速度。

(2) 求增大后的电场强度的大小；为保证后来的电场强度比原来的大，试给出相应的  $t_1$  和  $v_0$  应满足的条件。

已知不存在电场时，油滴以初速度  $v_0$  做竖直上抛运动的最大高度恰好等于  $B$ 、 $A$  两点间距离的两倍。

**【答案】** (1)  $v_2 = v_0 - 2gt_1$  (2)  $E_2 = [2 - 2\frac{v_0}{gt_1} + \frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2]E_1$   $t_1 > (\frac{\sqrt{5}}{2} + 1)\frac{v_0}{g}$

**【解析】**

试题分析：(1) 设油滴质量和电荷量分别为  $m$  和  $q$ ，油滴速度方向向上为正。油滴在电场强度大小为  $E_1$  的匀强电场中做匀速直线运动，故匀强电场方向向上。在  $t=0$  时，电场强度突然从  $E_1$  增加至  $E_2$  时，油滴做竖直向上的匀加速运动，加速度方向向上，大小  $a_1$  满足

$$qE_2 - mg = ma_1 \quad ①$$

油滴在时刻  $t_1$  的速度为

$$v_1 = v_0 + a_1 t_1 \quad ②$$

电场强度在时刻  $t_1$  突然反向，油滴做匀变速直线运动，加速度方向向下，大小  $a_2$  满足

$$qE_2 + mg = ma_2 \quad ③$$

油滴在时刻  $t_2 = 2t_1$  的速度为

$$v_2 = v_1 - a_2 t_1 \quad ④$$

由①②③④式得

$$v_2 = v_0 - 2gt_1 \quad ⑤$$

(2) 由题意，在  $t=0$  时刻前有

$$qE_1 = mg \quad ⑥$$

油滴从  $t=0$  到时刻  $t_1$  的位移为

$$s_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \quad ⑦$$

油滴在从时刻  $t_1$  到时刻  $t_2=2t_1$  的时间间隔内的位移为

$$s_2 = v_1 t_1 - \frac{1}{2} a_2 t_1^2 \quad \text{⑧}$$

由题给条件有  $v_0^2 = 2g(2h)$  ⑨

式中  $h$  是  $B$ 、 $A$  两点之间的距离。

若  $B$  点在  $A$  点之上，依题意有

$$s_1 + s_2 = h \quad \text{⑩}$$

由①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩式得

$$E_2 = [2 - 2\frac{v_0}{gt_1} + \frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2] E_1 \quad \text{⑪}$$

为使  $E_2 > E_1$ ，应有

$$2 - 2\frac{v_0}{gt_1} + \frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2 > 1 \quad \text{⑫}$$

$$\text{即当 } 0 < t_1 < (1 - \frac{\sqrt{3}}{2})\frac{v_0}{g} \quad \text{⑬}$$

$$\text{或 } t_1 > (1 + \frac{\sqrt{3}}{2})\frac{v_0}{g} \quad \text{⑭}$$

才是可能的：条件⑬式和⑭式分别对应于  $v_2 > 0$  和  $v_2 < 0$  两种情形。

若  $B$  在  $A$  点之下，依题意有

$$x_2 + x_1 = -h \quad \text{⑮}$$

由①②③⑥⑦⑧⑨⑮式得

$$E_2 = [2 - 2\frac{v_0}{gt_1} - \frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2] E_1 \quad \text{⑯}$$

为使  $E_2 > E_1$ ，应有

$$2 - 2\frac{v_0}{gt_1} - \frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2 > 1 \quad \text{⑰}$$

即

$$t_1 > (\frac{\sqrt{5}}{2} + 1)\frac{v_0}{g} \quad \text{⑱}$$

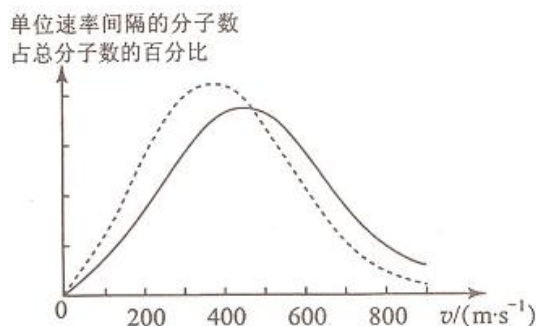
另一解为负，不符合题意，已舍去。

考点：牛顿第二定律、匀变速直线运动的规律

(二) 选考题：共 15 分。请考生从 2 道物理题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(1) (5分) 氧气分子在  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  温度下单位速率间隔的分子数占总分子数的百分比随气体分子速率的变化分别如图中两条曲线所示。下列说法正确的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号。选对1个得2分, 选对2个得4分, 选对3个得5分。每选错1个扣3分, 最低得分为0分)



- A. 图中两条曲线下面积相等
- B. 图中虚线对应于氧气分子平均动能较小的情形
- C. 图中实线对应于氧气分子在  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  时的情形
- D. 图中曲线给出了任意速率区间的氧气分子数目
- E. 与  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  时相比,  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  时氧气分子速率出现在  $0\sim 400\text{ m/s}$  区间内的分子数占总分子数的百分比较大

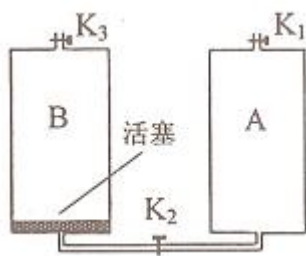
【答案】ABC

【解析】

试题分析：温度是分子平均动能的标志，温度升高分子的平均动能增加，不同温度下相同速率的分子所占比例不同，温度越高，速率大的分子占比例越高，故虚线为  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，实线是  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  对应的曲线，曲线下的面积都等于1，故相等，所以ABC正确。

考点：单位速率间隔的分子数占总分子数的百分比随气体分子速率的变化曲线

(2) (10分) 如图，容积均为  $V$  的汽缸  $A$ 、 $B$  下端有细管（容积可忽略）连通，阀门  $K_2$  位于细管的中部， $A$ 、 $B$  的顶部各有一阀门  $K_1$ 、 $K_3$ ； $B$  中有一可自由滑动的活塞（质量、体积均可忽略）。初始时，三个阀门均打开，活塞在  $B$  的底部；关闭  $K_2$ 、 $K_3$ ，通过  $K_1$  给汽缸充气，使  $A$  中气体的压强达到大气压  $p_0$  的3倍后关闭  $K_1$ 。已知室温为  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，汽缸导热。



(i) 打开  $K_2$ ，求稳定时活塞上方气体的体积和压强；

(ii) 接着打开  $K_3$ ，求稳定时活塞的位置；

(iii) 再缓慢加热汽缸内气体使其温度升高  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，求此时活塞下方气体的压强。

【答案】 (i)  $V/2$   $2p_0$  (ii) 顶部 (iii)  $1.6 p_0$

【解析】

试题分析：(i) 设打开  $K_2$  后，稳定时活塞上方气体的压强为  $p_1$ ，体积为  $V_1$ 。依题意，被活塞分开的两部分气体都经历等温过程。由玻意耳定律得

$$p_0 V = p_1 V_1 \quad ①$$

$$(3p_0)V = p_1(2V - V_1) \quad ②$$

联立①②式得

$$V_1 = \frac{V}{2} \quad ③$$

$$p_1 = 2p_0 \quad ④$$

(ii) 打开  $K_3$  后，由④式知，活塞必定上升。设在活塞下方气体与  $A$  中气体的体积之和为  $V_2$  ( $V_2 \leq 2V$ ) 时，

活塞下气体压强为  $p_2$ ，由玻意耳定律得

$$(3p_0)V = p_2 V_2 \quad ⑤$$

由⑤式得

$$p_2 = \frac{3V}{V_2} p_0 \quad ⑥$$

由⑥式知，打开  $K_3$  后活塞上升直到  $B$  的顶部为止；此时  $p_2$  为  $p'_2 = \frac{3}{2} p_0$

(iii) 设加热后活塞下方气体的压强为  $p_3$ ，气体温度从  $T_1=300\text{ K}$  升高到  $T_2=320\text{ K}$  的等容过程中，由查理定律得

$$\frac{p'_2}{T_1} = \frac{p_3}{T_2} \quad ⑦$$

将有关数据代入⑦式得

$$p_3 = 1.6 p_0 \quad ⑧$$

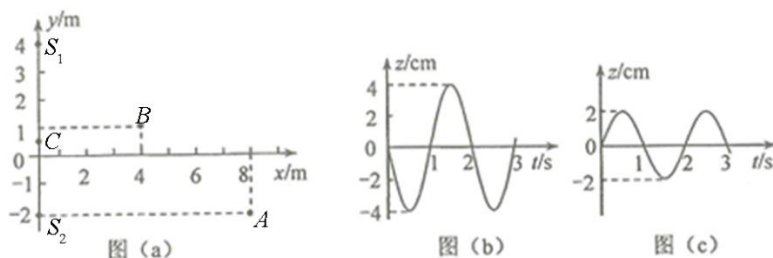
考点：玻意耳定律、查理定律

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 如图 (a)，在  $xy$  平面内有两个沿  $z$  方向做简谐振动的点波源  $S_1(0, 4)$  和  $S_2(0, -2)$ 。两波源的振动图线分别如图 (b) 和图 (c) 所示，两列波的波速均为  $1.00\text{ m/s}$ 。两列波从波源传播到点  $A(8, -2)$  的路程差为 \_\_\_\_\_ m，两列波引起的点  $B(4, 1)$  处质点的振动相互 \_\_\_\_\_ (填“加强”或“减弱”)，点  $C(0,$



0.5)处质点的振动相互\_\_\_\_\_ (填“加强”或“减弱”)。



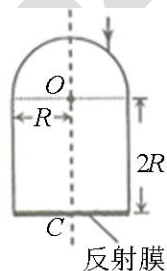
【答案】2 减弱 加强

【解析】

试题分析：由几何关系可知  $AS_1=10\text{ m}$ ， $AS_2=8\text{ m}$ ，所以波程差为  $2\text{ m}$ ；同理可求  $BS_1 - BS_2=0$ ，为波长整数倍，由振动图象知两振源振动方向相反，故  $B$  点为振动减弱点， $CS_1 - CS_2=1\text{ m}$ ，波长  $\lambda = vT$ ，所以  $C$  点振动加强。

考点：波的叠加、干涉

(2) (10分) 如图，一玻璃工件的上半部是半径为  $R$  的半球体， $O$  点为球心；下半部是半径为  $R$ 、高为  $2R$  的圆柱体，圆柱体底面镀有反射膜。有一平行于中心轴  $OC$  的光线从半球面射入，该光线与  $OC$  之间的距离为  $0.6R$ 。已知最后从半球面射出的光线恰好与入射光线平行（不考虑多次反射）。求该玻璃的折射率。



【答案】 $n = \sqrt{2.05} \approx 1.43$

【解析】

试题分析：如图，根据光路的对称性和光路可逆性，与入射光线相对于  $OC$  轴对称的出射光线一定与入射光线平行。这样，从半球面射入的折射光线，将从圆柱体底面中心  $C$  点反射。

设光线在半球面的入射角为  $i$ ，折射角为  $r$ 。由折射定律有

$$\sin i = n \sin r \quad ①$$

由正弦定理有

$$\frac{\sin r}{2R} = \frac{\sin(i-r)}{R} \quad ②$$

由几何关系，入射点的法线与  $OC$  的夹角为  $i$ 。由题设条件和几何关系有

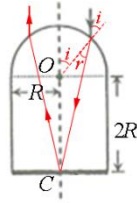
$$\sin i = \frac{L}{R} \quad ③$$

式中  $L$  是入射光线与  $OC$  的距离。由②③式和题给数据得

$$\sin r = \frac{6}{\sqrt{205}} \quad \text{④}$$

由①③④式和题给数据得

$$n = \sqrt{2.05} \approx 1.43 \quad \text{⑤}$$



考点：光的折射

苍瑞教育